

**UNA PANORÁMICA DE TENDENCIAS,  
NECESIDADES Y PROBLEMAS  
DE LA INFORMÁTICA Y DE LAS  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**FERNANDO SÁEZ-VACAS**

Catedrático

Départamento de Ingeniería Telemática

Universidad Politécnica

Madrid

## 1. PROGRESOS DE LA TECNOLOGIA

En informática, cuando hablamos de los progresos tecnológicos de una u otra forma estamos casi siempre refiriéndonos al caso verdaderamente espectacular de la tecnología microelectrónica. A este respecto, inmediatamente hacemos acopio de datos relativos a los aumentos de potencia y de fiabilidad, y a las reducciones de tamaño y precio de ciertos microcircuitos, como memorias y microprocesadores. El panorama se puede ilustrar con gráficos que reflejan el sostenido e increíble comportamiento histórico de estos parámetros y sus tendencias todavía prometedoras en un futuro próximo. Si se quiere ser un poco más técnico, es posible redondear todo lo anterior con la ley de Moore, la curva de aprendizaje de la industria de los semiconductores, la ley de Gelbach o de la lógica "gratuita", y alguna cosa más.

Es cierto que los progresos de la microelectrónica son el motor básico de los progresos de la informática, pero no el único motor. De hecho, los sistemas informáticos están condicionados por otros muchos factores tecnológicos y metodológicos, cuyos avances son también importantes, pero cuantitativamente menos notorios. Así, por ejemplo, si tomamos dos elementos tan distantes en cuanto a su materialidad como son los dispositivos electromecánicos y el software, y los analizamos sólo en el plano económico de la evolución de sus costes con el aumento de la experiencia, comprobamos que su comportamiento es muy inferior al de los semiconductores (Strassmann, 1985).

Dicho de otra manera, aunque existen numerosos argumentos para sostener que el factor más significativo en cuanto a la estructura y la arquitectura de los ordenadores es la tecnología microelectrónica, eso no nos autoriza a extrapolar la misma idea a los sistemas informáticos, y mucho menos a la informática, considerada como ciencia, conjunto de técnicas, actividad, sector económico, o lo que se quiera. Pero puede incluso decirse algo más, y es que, aún manteniéndose argumentalmente en un plano estructural, la línea de razonamiento del puro factor electrónico resulta ser de una pobre unidimensionalidad para explicar los progresos y posibilidades de los sistemas informáticos y de la informática, porque éstos se inscriben ya realmente en el cuadro más amplio y natural de las tecnologías de la información (T.I.).

## 2. INTEGRACION DE LAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION

Ahora tenemos una perspectiva más adecuada para valorar y dar nombre a los vectores de progreso de las tecnologías de la información, que incluyen a las tecnologías de la informática. Y estamos hablando todavía en un ámbito de posibilidades estructurales, en el que la tendencia más notable y sin duda de mayor impacto potencial es el proceso rápido e irreversible de integración física del conjunto de las tecnologías de la información.

He tratado esta cuestión de manera exhaustiva en un artículo publicado en 1983 (Sáez Vacas, 1983), y por ello no me voy a extender aquí. Telegráficamente, los nombres de estos vectores mutuamente sinérgicos y su significación son los siguientes:

- Electronificación
- Digitalización
- Computadorización

La electronificación representa la tendencia al uso de un soporte físico homogéneo para toda clase de información.

Con 'digitalización' nombramos al vector que expresa la tendencia al uso del bit como soporte simbólico único.

Y por computadorización entendemos la tendencia al uso del microprocesador o del ordenador como gran factotum dinamizador y gesto de la sinergia.

Es fácil de ver que este modelo tridimensional no es contradictorio con el modelo anterior simplista del factor electrónico como solo factor tecnológico de progreso, sino que lo comprende y lo amplía de una manera muy potente y abierta a consecuencias prácticamente inimaginables. Dice Voelcker, (1986), a propósito de la futura red digital de servicio integrados (que es un ejemplo ya casi tangible de esas consecuencias): "en un universo de comunicaciones digitales, los mismos sistemas básicos de telecomunicaciones conmutadas pueden integrar el servicio telefónico de voz con un conjunto de otros servicios, que incluyen transmisión digital de datos, interfaces de ordenador personal, redes de área local, centralitas automáticas privadas, videoconferencia, aplicaciones remotas, surtidores automáticos de gasolina,...".

En un libro reciente, el que subscribe ha explicado, con ayuda de este mismo modelo, cómo nos encaminamos mucho más deprisa de lo que parece y gracias a la proliferación explosiva de microprocesadores y de ordenadores personales "hacia un mundo de máquinas informáticas".

### 3. SOCIALIZACION DE LAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION

Entre los efectos esperables de esa situación de sinergia, el que me parece predominante es el de multiplicación de posibilidades estructurales, esto es, el aumento de la combinatoria de aparatos, dispositivos, cacharros, sistemas, en una palabra, de funciones relativas a todas las imaginables formas de procesar todas las clases de información correspondientes a los más diversos objetos, actividades y relaciones.

Un colorario de tal multiplicación funcional parece que tiene que ser que progresivamente la tecnología de la información ingresará en la vida y en las tareas de más usuarios en cualquier sector de actividad (educación, oficinas en general, servicios públicos de índole variada), cosa que irá sucediendo a medida que el abaratamiento de la propia tecnología y la ampliación de los mercados para sus productos lo permita. Al proceso de transferir sofisticados y poderosos aparatos y sistemas a manos de una masa de usuarios, tan alejados (en cuanto a sus conocimientos) de las tecnologías de la información, es a lo que se llama socialización de las T.I.

Si repasamos lo que llevamos visto, caemos en la cuenta de que puede sintetizarse en el siguiente esquema:

Progresos de la tecnología  
PERMITEN  
integración de las tecnologías de la información  
QUE PRODUCEN  
socialización de las tecnologías de la información

Podemos —y debemos— preguntarnos si este esquema es aceptable como modelo explicativo de lo que ocurre y como modelo predictivo de lo que va a ocurrir. No lo es. Hay una pareja de eslabones perdidos en dicho esquema, cuyos nombres son complejificación y convivencialización. Ellos serán nuestro argumento en adelante hasta conseguir un esquema más completo, claro y preciso.

### 4. COMPLEJIZACION

Llevo algún tiempo estudiando el fenómeno de la complejidad de las T.I. y estoy convencido de que la integración de las T.I. se produce con un saldo neto de aumento de su complejidad interna. Indudablemente, hay casos en los que convertir la realización de una función X por medio de una mezcla de tecnologías a su realización por una única tecnología electrónica, por ejemplo, se consi-

gue con una reducción interna de la complejidad. Sin embargo, constituyen un número mínimo de casos.

Lo que sucede más frecuentemente es que el resultado es de una apariencia menos compleja, incluso desde un punto de vista técnico. Ahora bien, si se analiza la cadena completa de esfuerzos y de conocimientos técnicos y científicos almacenados en ese sistema o herramienta con el que realizamos ahora la función X —como se hace en el análisis energético para determinar el coste energético de un proceso— llegaremos generalmente a la conclusión de que ha habido aumento de la complejidad interna. Eso es lo mismo que decir que el usuario será cada día más ignorante de los fenómenos y procesos que tienen lugar allí dentro, aún en los casos de mayor simplicidad de uso.

Las consecuencias de esta complejificación (interna), derivada a nuestro juicio inexcusable de la convergencia e integración de las tecnologías, son variadas e importantes, y unas son positivas y otras negativas, aunque esto depende mucho del punto de vista del observador.

Al hecho de llegar a disponer teóricamente de mayor cantidad y variedad de funciones por unidad monetaria se le pueden asociar múltiples consecuencias, que van desde un aumento del tráfico de información hasta problemas serios de desempleo y reconversión, convulsiones sociales u organizativas motivadas por cambios profundos en la forma y contenidos de los trabajos, o grandes oportunidades de innovación, pasando por dificultades de conectividad o compatibilidad técnica, fallos de los sistemas, etc. En fin, problemas y oportunidades, elementos típicos de toda situación compleja.

Pero ahora, para no dispersarnos en una temática que desborda este artículo, vamos a circunscribirnos al asunto del incremento estructural y funcional debido a los progresos tecnológicos y de integración, y para hacerlo más comprensible nos reduciremos a la pequeña y concreta escala del entorno de trabajo del autor. ¡A ver qué conclusiones podemos extraer de ahí!

#### 4.1. Hacia un mundo de máquinas informáticas.

En el departamento universitario en el que trabajo, hace aproximadamente diez años sólo existía un miniordenador de 16 bits, 64 K-palabras (equivalentes a 128 k-octetos) de memoria central, dos unidades de disco cada una con dos millones y medio de octetos de capacidad y dos o tres compiladores, de los que sobre todo se utilizaba el de FORTRAN. Una sola máquina, trabajando tres turnos diarios.

Actualmente, lo primero que tengo que decir es algo tan significativo como que desconozco cuál es exactamente el número de equipos que tenemos, así es que la relación que daré a continuación es aproximada, y de todas maneras varía a cada rato y siempre hacia más.

### EQUIPOS

VAX (2), SUN (3 server + 12 estaciones de trabajo), HP (2), INTEL (2), UNISYS (estación para inteligencia artificial), más de 60 ordenadores personales, un número indeterminado de impresoras, entre las cuales dos de tecnología láser.

### COMUNICACIONES

RED LOCAL departamental, RED LOCAL del centro, X.25, IRIS (EUNET, EAN), FAX.

Personalmente, dispongo sobre cada una de mis dos mesas de trabajo de un potente ordenador personal, ambos equivalentes y compatibles, el segundo instalado en mi domicilio y, por tanto, no contabilizado en la relación anterior. Sus características son: 640 K-octetos de memoria principal, una unidad de disco flexible de un millón de octetos, y un disco fijo de veinte millones de octetos.

Comparando las dos épocas, la primera y más directa constatación es que, en un lapso de diez años, nuestra (y la mía en particular) capacidad de cálculo se ha multiplicado por un elevado factor. A decir verdad, en la punta de mis dedos, y a través de las comunicaciones, dispongo potencialmente de toda la capacidad de cálculo del mundo. Y esto no ha hecho más que empezar. Pero este mundo de máquinas hacia el que, según acabo de demostrar, sin duda nos encaminamos, nos ofrece satisfacciones y desafíos sobre los que es preciso ir reflexionando.

Para expresar las sensaciones que, como profesional informático y educador durante muchos años, experimenté la primera vez que tuve un ordenador sobre mi mesa, no tengo mejor recurso que identificarme con las palabras que pronunció Wirth cuando recibió el premio Turing en 1985: "(...) La sensación más jubilosa fue que, tras dieciseis años de trabajar para computadores, el computador parecía ahora trabajar para mí. Por primera vez, confeccionaba mi correspondencia y escribía mis informes con ayuda de un ordenador, en lugar de planear nuevos lenguajes, compiladores y programas para que otros lo usaran" (Sáez Vacas, 1987, p. 29).

Una vez superadas estas gratas impresiones, se encuentra uno sumergido —si no se presta la debida atención en evitarlo— en un marasmo de trampas y dedicaciones relacionadas con ese cúmulo de posibilidades con el que el mundo de máquinas a nuestra disposición nos desafia desde nuestra mesa. Igual que le sucedió a Ulises, unos tentadores cantos de sirena acarician nuestros oídos. En nuestro cerebro se crea ahora una tensión, alimentada —si reflexionamos en ello— por tres niveles de posibilidades: uno teórico y relativamente fuera de nuestro alcance inmediato, que es el de toda la capacidad de cálculo y comunicación del mundo; otro, objetivamente ya a nuestra disposición, y que está formado por todas las funciones, programas y servicios de información instalados en nuestro entorno tecnológico; y, por último, el conjunto de posibilidades que realmente aprovechamos o sabemos aprovechar.

Esa tensión, que puede crearse en cada uno de nosotros a título individual, acaba trascendiendo al plano organizativo y después al plano social. Tiene bastante importancia, incluso económica, como se verá a continuación, a través del nuevo concepto de proceso de información per cápita, ya que estamos viviendo en sociedades cada día más movidas por esa energía intangible y blanda que es la información.

#### 4.2. P.I.P.C.: concepto y reflexiones prácticas.

A semejanza de lo que ocurre con la renta per cápita, que, a igualdad de población, aumenta o disminuye cuando aumenta o disminuye la riqueza nacional, la capacidad de cálculo (en sentido amplio, de proceso de la información) puede aumentar o disminuir. Y en este caso ha aumentado, y mucho, en los países industrializados. Pero, a diferencia de la renta, la capacidad de proceso de la información no tiene un límite conocido, concreto y cuantificable, ya que su “magnitud” depende finalmente de la formación, de la capacidad mental y de la habilidad organizativa de los individuos, de los colectivos y de las sociedades, y por ello se convierte en una oportunidad única. Es decir, no es un recurso que se agote y que cuando a uno le toque una ración mayor eso suponga una ración necesariamente reducida en la misma proporción para el siguiente. También tiene un coste económico, pero en términos relativos éste es hoy un problema menor.

Para fijar las ideas, le pido al lector que haga el esfuerzo de considerar análogos la capacidad de proceso de la información de cada uno de nosotros y el tercer nivel de posibilidades arriba definido.

Seguiré extrayendo de mi experiencia particular algunos datos reales para ilustrar estas ideas. Al cuadro de máquinas que nos rodean hay que añadir un

conjunto de programas que desarrollan funciones, entre las que unan resultan ser especializadas, esto es, características del campo específico de investigación de cada cual, y otras generales, o de carácter ofimático, como puede ser el procesador de texto que ahora mismo esto y empleando para redactar este artículo, el correo electrónico o un gestor de base de datos. Lógicamente, utilizaré este último tipo de funciones para razonar sobre las dificultades que se oponen a reducir la diferencia entre el tercero y el segundo nivel de uso de posibilidades, y por tanto al aumento del p.i.p.c.

Relaciono tales dificultades con dos clases de factores, factores económicos y factores convivenciales, y creo que percibir los primeros es asunto clásico y baladí, mientras que el valorar y controlar los segundos entra en una categoría más sutil:

Factores económicos

Factores convivenciales:

- a) Naturalidad de las interfaces hombre-máquina.
- b) Convivencialidad hardware-software versus disponibilidad de una red adecuada de asistencia técnica.
- c) Cantidad necesaria de formación por aplicación/función.

La clasificación anterior adolece de cierta arbitrariedad, por que, de hecho, de la segunda categoría se desprenden costes económicos. En un estudio muy importante sobre ofimática, Strassmann, catalogando los costes de implantación de estaciones de trabajo profesionales en una empresa, los clasifica en costes tecnológicos anuales (depreciación de equipo, suministros y servicios compartidos, telecomunicaciones y software) y costes organizativos (formación, gastos de inicialización y personal de soporte). Ver Strassmann, (1985, p. 83). Quiero distinguirme de Strassmann en que establezco una profunda relación de los costes organizativos con la convivencialidad —aspecto desconocido para ese autor y que además es un factor industrial exógeno a cualquier organización— y en que pretendo que mi clasificación pueda ser útil no sólo en el ámbito de las entidades organizadas sino en el amplio espectro de los individuos y de los colectivos sociales no estructurados.

En mi libro sobre ordenadores personales (Sáez Vacas, 1987) he prestado un grandísimo interés a la convivencialidad de estas tecnologías en su conjunto, a la que en particular considero como el gran reto de aquella industria. Allí defi-



no lo que hay que entender por máximo grado de convivencialidad. Para los lectores de este artículo, que no conozcan ese libro, he pensado que lo más rápido ahora será reproducir uno de sus párrafos que expresa lo que es convivencialidad por su contrario, la anticonvivencialidad:

“Anticonvivencial es aquello que es demasiado difícil para los conocimientos, experiencia y funciones del usuario, o que le causa incomodidad o daño. Son los teclados pobres y mal diseñados, esos manuales voluminosos escritos en una extraña jerga, mal redactados e incompletos, los programas que no parecen querer funcionar, los ficheros que se borran obedeciendo a mecanismos arcanos, las pantallas que se quedan colgadas ofreciendo un mensaje de error paralizante o el vacío, las informaciones que se pierden en algún ignoto lugar entre la pantalla y la impresora, esos periféricos ‘compatibles’ que incumplen sus promesas y tantas otras cosas que harían una extensa relación de otras tantas heridas al usuario”.

Trasladémonos ahora a nuestro departamento universitario. Por su laxa organización, de naturaleza casi anárquica, en un ambiente de elevada capacidad intelectual, curiosidad y libertad, se crean unas circunstancias que constituyen un microcosmos adecuado para estudiar los fenómenos asociados a una grande, dinámica, variada y caótica oferta de equipos, programas y complementos, todos potencialmente interesantes.

En mis ordenadores tengo instalados, entre otros programas más específicos, los siguientes: Procesadores de texto (Wordstar, XY-Write y Write del entorno Windows), los entornos GEM y Windows con diferentes y numerosas aplicaciones más o menos integradas, Sidekick, dBase III Plus (un gestor de base de datos), Lotus 123 (hoja de cálculo), Symphony (programa más avanzado que el anterior), utilidades como PC-Tools y Norton, Storyboard (programa para confeccionar con el ordenador presentaciones sobre transparencias, diapositivas o video), Ventura Publisher (programa de autoedición electrónica) y algunos más.

Entre los compañeros dedicamos buenos ratos a discutir si es preferible utilizar Wordstar, XY-Write, Chi-Write o Emacs y Latex, en cuanto al proceso de textos, GEM o Windows, Ventura o Page Maker, Storyboard o Show Partner, etc., según el área. Por lo general, se aglutinan las opiniones por grupos, pero lo cierto es que nadie conoce a fondo todas las funciones, combinaciones y posibilidades combinatorias ni siquiera de los programas que defiende y usa. Y

---

todos tenemos un enorme potencial de funciones instaladas sin utilizar. ¿Para qué hablar de las dificultades cuando queremos explorar alguna nueva combinación o hacer una prueba! Ahí se pone de manifiesto de manera resonante el bosque del “interfacing”, sobre el que tanto he insistido en mi libro, que interpone numerosas trabas prácticas a la convivencialidad conectiva, en un ámbito de oferta de muy diversos productores.

#### 4.3. Un esquema más completo.

En mi experiencia personal, he tropezado con decenas de estas trabas. No es necesario que me remonte muy atrás en el tiempo. Los últimos días he tenido, entre otras, determinadas dificultades con algunas funciones del correo electrónico, con imprimir ficheros escritos con Wordstar por medio de una marca concreta de impresora láser y con emplear una cierta marca de “ratón” para actuar sobre el programa de Windows instalado (aunque en una versión no homologada por la casa constructora del ratón) en un ordenador de la misma marca. En fin, en todos los casos ha sido necesario buscar ayudas, hacer consultas, escribir un programa de adaptación, preparar algún mecanismo de conexión o renunciar a ello, siempre con el coste correspondiente (sobre todo de tiempo).

Quisiera comentar ahora un aspecto muy concreto relativo a las consecuencias prácticas de la diferencia de convivencialidad y de interfaz humana entre dos herramientas, como pueden ser simplemente dos procesadores de texto: Wordstar y Write, bajo Windows. El primero consta aproximadamente de unas cien órdenes. Cada una se expresa por dos o tres símbolos, que, muchas veces, se intercalan en la pantalla en el texto que se está procesando. Write, por el contrario, no funciona por órdenes, sino controlado a partir de una interfaz no lingüística compuesta por un entorno mucho más intuitivo de iconos, “ventanas”, menús de ayuda y un “ratón”. Lo que se ve en la pantalla es exactamente lo que se va a obtener por la impresora. Write, u otro procesador parecido, es varios órdenes de magnitud superior a Wordstar en cuanto a convivencialidad. Es el tipo de programas (no digo “el programa”) que yo elegiría para mis hijos, porque su aprendizaje y manejo apenas requiere tiempo y esfuerzo.

Si reflexionamos un momento sobre el hecho de que muchos de estos programas son clasificados como herramientas “de productividad” (la productividad de una hoja de cálculo es equivalente a 30.000 instrucciones de máquina por hombre-mes), podremos concluir sin duda que esta temática de los factores que estamos abordando de una manera aparentemente anecdótica, debería constituir un campo de interés en las empresas e instituciones organizadas. Por mi parte y a modo de resumen: la potencia y sofisticación de las herramientas tecnológicas de la información, es decir, el real p.i.p.c., dependen a la vez de su

grado de convivencialidad y de la capacidad organizativa del entorno (capacidad de asistencia técnica para la selección de los instrumentos más convivenciales y operativos, para la formación, para realizar el “interfacing” y para la coordinación y la planificación evolutiva del conjunto). Ciertamente, la capacidad organizativa del entorno en la línea que se acaba de señalar no es otra cosa que el montaje de un dispositivo para sortear las complejidades de la tecnología, esto es, el montaje de un dispositivo de convivencialización. Creo que esta perspectiva conformada por un criterio rector de convivencialidad, que aún no he visto desarrollada en ningún estudio moderno de técnicas de organización de sistemas de información, representa la clave de oportunidades de diferenciación entre empresas de un mismo sector.

Aunque lo ideal, desde luego, sería no necesitar este tipo de complemento, sino que la tecnología viniera ya al mercado con la suficiente dotación de convivencialidad, en cuyo caso aumentaría drásticamente el nivel de capacidad de proceso de información de cada individuo y, por consiguiente, de la sociedad y no sólo de las empresas bien organizadas. En definitiva, se incrementaría el verdadero p.i.p.c.: una tecnología es aceptada y se socializa cuando produce en sus usuarios eficiencia y satisfacción.

Después de un largo recorrido, hemos llegado a un esquema más completo de la dinámica del proceso de socialización de las T.I. en el que estamos inmersos, a partir de los avances evolutivos de la tecnología:

Progresos de la tecnología  
PERMITEN  
integración de las tecnologías de la información  
QUE PROVOCA  
complejización  
QUE REQUIERE  
convivencialización  
PARA PRODUCIR  
socialización de las T.I.

#### 4.4. Otras fuentes de complejidad.

La integración y multiplicación de funciones por causa de la integración de las T.I. y del propio aumento de poder de los circuitos no es ni mucho menos la única fuente de complejidad. El deseo de alcanzar mayor velocidad ha llevado a diseñar sistemas cuyos circuitos pueden ejecutar a la vez determinadas funciones que antes se ejecutaban solamente en secuencia. Esta es la vía de la concurrencia o del paralelismo y de los diseños de nuevas (no convencionales) arquitecturas.

tecturas de ordenadores, cuyos notorios efectos sobre el aumento de la complejidad interna de los sistemas hoy por hoy afectan exclusivamente a especialistas en ciertos campos de aplicación y no al gran público.

En todo caso, y sin ánimo de entrar en detalles, ya que estoy tratando de hacer una simple mención del tema, los problemas de aumento de complejidad que acarrea el paralelismo acaban siendo también una consecuencia general de la integración de funciones de computación con funciones de comunicación, como he puesto recientemente de manifiesto en un artículo (Sáez Vacas, 1987) y como también y con mayor amplitud ha hecho uno de mis alumnos (Alonso, 1988).

## **5. TRABAJOS EN POS DE LA CONVIVENCIALIDAD DE LA TECNOLOGIA**

Será difícil encontrar en el ámbito industrial de las tecnologías de la información, y en concreto dentro de la industria informática, una persona tan convencida como Jef Raskin de la necesidad de diseñar y construir ordenadores y programas tan convivenciales como un electrodoméstico. Su ideología técnica (y su actividad práctica) en esta dirección es probablemente la más drástica que he conocido y la pone de manifiesto en una deliciosa entrevista publicada en un libro recientemente traducido al castellano, que no dudo en recomendar a todo aquel que se dedique de forma profesional a la actividad del software (Lammers, 1988).

Recogeré dos o tres de sus opiniones, aunque quiero advertirle al lector que ello no debe hacerle presuponer que yo considere la ideología Raskin absolutamente correcta y sobre todo extensible más allá del mundo de los ordenadores personales. Con respecto a poner juntos iconos, ventanas, grandes sistemas operativos, programas gigantescos, paquetes integrados, etc., piensa que eso es verse arrastrados "por un torbellino de complejidad".

Su busca de la simplicidad le hace perseguir un ideal de sistema tecnológico, tal que el usuario pueda sentirse feliz manteniendo la mente en su tarea con olvido total del sistema que le ayuda con ella. De ahí viene su crítica feroz a los diseñadores que incorporan complejidad superflua a sus productos: "La mayoría de los diseñadores de ordenadores, por alguna razón, se deleitan proporcionando muchas formas de hacer algo. Si hay quince formas de hacer algo, creen que ello da más libertad al usuario. Lo cierto es que la mayoría de los usuarios no hacen uso de la mayor parte de las órdenes de sus tratamientos de textos. Hay unas cuantas que todo el mundo usa siempre. Y aun cuando hayan leído el manual y sepan que el uso de una técnica especial, podría ser un poco más eficiente, no se molestan. Siempre usan las mismas". No está solo Raskin, aunque

él represente un punto singular en cuanto al grado de apasionamiento al respecto. Por motivos comerciales, la industria de los ordenadores siempre ha introducido en sus productos mecanismos facilitadores, desde los lenguajes de alto nivel hasta los sistemas operativos interactivos, pasando por todas las ayudas de software que hoy culminan en entornos completos e “integrados” de desarrollo de software, lenguajes de cuarta generación y demás. Pero, en general, todos estos inventos han tenido como destinatarios técnicos cercanos al día a día de la informática. Sin embargo, desde los años setenta, en coincidencia con una serie de movimientos sociales, ha surgido una preocupación por hacer más humana la tecnología para todo el mundo. De allí arranca un giro que se centra en el usuario de la tecnología y no en el técnico, allí nace, en convergencia con el estado maduro de la microelectrónica (el microprocesador), el ordenador personal, y hoy, doce o trece años después, varias decenas de millones de estas máquinas funcionando por todas partes dan bastante fuerza a estas ideas de búsqueda de la convivencialidad. En los próximos párrafos intentaré trazar unos rasgos muy esquemáticos de líneas de trabajo hacia este ideal, sobre todo en la industria de la informática, que, dentro del ámbito de las tecnologías de la información, es paradigmática de complejidad. Expresan, a mi parecer, un fuerte haz de tendencias de signo compensatorio orientado a resolver una clase de necesidades y de problemas —fundamentalmente desde una óptica humana y social— obligadamente derivados de la progresión geométrica del poder operativo de estas tecnologías.

Menciono en primer lugar los esfuerzos, siempre enfrentados a escollos pero con resultados que empiezan a ser moderadamente tangibles, en el campo de la normalización: redes, lenguajes, interfaces, métodos de programación, terminología, etc. La normalización (estandarización) es condición imprescindible para alcanzar niveles razonables de control del universo de máquinas y tecnología.

La quinta generación de ordenadores es, para mí, “un frente mundial destinado teóricamente a construir la informática de todos” (Sáez Vacas, 1987, p. 69), ya que, como digo en este libro en el que he recogido muchos de mis pensamientos de informático y educador junto a un buen puñado de ideas nuevas, los instrumentos previstos por la ideología quintageneracionista tienen como meta la cooperación de la máquina con el hombre, la convivencialidad. Técnicamente, la quinta generación asume el desarrollo de arquitecturas paralelas (a las que hemos aludido arriba), porque son las únicas capaces de soportar con eficacia potentes mecanismos de integración comunicativa y de convivencialización incorporados. Estos pilotes integradores son:

1. Interfaces máquina-hombre (lenguaje natural, habla, imágenes).

2. Mecanismos de proceso similares al razonamiento humano (lógica de predicados y lenguajes de representación, manejo y proceso del conocimiento).
3. Fácil conexión con las redes de telecomunicaciones.

Supongo que al lector sutil no se le habrá escapado el detalle aparentemente paradójico de que haya que recurrir a estructuras más complejas para hacer posible una apariencia de sencillez necesaria en el uso de la tecnología. Es nuevamente una consecuencia abierta por los tres vectores de integración que analizábamos al principio y especialmente por la computadorización.

Europa no está ausente en esta batalla. Participa activamente en todos estos frentes tecnológicos y no terminaré sin dar unos datos acerca de algunos de sus esfuerzos en este campo de la convivencialidad.

Delante de mí tengo un informe del proyecto ESPRIT P600 dentro de la línea de desarrollo de interfaces máquina-hombre, con especial énfasis en el problema del diálogo gráfico (Alty et al., 1985).

No me perdonaría si no dejara constancia, sin embargo, de que una parte importante de trabajos se orienta en una línea metodológica, por ejemplo el proyecto HUFIT (Human Factors For Information Technologies) de ESPRIT (Shackel, 1987).

Dicho proyecto es uno más, representativo de una tendencia a integrar el hombre en el diseño global del sistema, lo que, en su versión más aguda, es una forma de considerar el sistema tecnológico como un sistema social o una parte de él. A este fin, los europeos y probablemente más que nadie los ingleses, han contribuido con importantes metodologías "blandas", en las que los criterios de funcionalidad empiezan a ser sustituidos por criterios de usabilidad. Véanse, entre otros, los métodos conocidos por los nombres de ETHICS (Mumford), Soft-Systems Methodology (Checkland) y Modelo del Sistema Viable (Beer). Muy recientemente (1988), bajo los auspicios del Instituto Tecnológico Bull y de Iberduero y mi dirección, el profesor Raúl Espejo, discípulo y continuador de la obra de Beer, ha expuesto este último método en un seminario celebrado en Madrid.

Se quiera o no se quiera, la complejidad está siempre presente en el ámbito cubierto por las tecnologías de la información y en ellas mismas. Pienso que es una cosa parecida al estrés en los seres vivos, que es una respuesta no específica de su organismo a las demandas de cualquier tipo. Constituye un mecanismo vital de supervivencia y de adaptación a los cambios, y por tanto de evolución, si

se sabe conocer y controlar para que no alcance niveles excesivos e indeseables (específicos de cada organismo) que le conduzcan al agotamiento y a la muerte. Análogamente, con relación a las tecnologías de la información, creo que necesitamos estudiar y elaborar conocimiento y técnicas para comprender, reducir y manejar su complejidad.

## 6. RESUMEN

Casi todo el mundo, actualmente, admite que los continuados y espectaculares avances de la tecnología física posibilitan la integración progresiva de las tecnologías de la información y consecuentemente hacen viable su socialización, es decir, la transferencia a manos de usuarios no técnicos en cualquier sector de actividad (educación, oficinas en general, servicios públicos de índole variada) de sofisticados y poderosos aparatos y sistemas.

En la cruda realidad, sin embargo, las cosas no suceden así exactamente. Para poder decir que una tecnología se socializa, es necesario que sea recibida con un cierto grado de aceptación, y la condición para ello es que produzca eficiencia y satisfacción. Pero lo cierto es que los progresos tecnológicos que conducen a la integración antes mencionada se saldan habitualmente con un aumento de complejidad allí donde caen, condición que globalmente se opone a la eficacia y especialmente a la satisfacción. Así pues, el esquema 'progresos tecnológicos-integración de T.I.-socialización de las T.I.' debe ser sustituido por este otro: 'progresos tecnológicos-integración-complejización-convivencialización-socialización de las T.I.', donde la convivencialización es el eslabón que necesita la tecnología para poder cerrar la cadena. Cuando se dice "cerrar la cadena", se da por supuesto que el sentido de la frase no se refiere a algo rígido sino a un proceso dinámico y evolutivo.

El esquema que se acaba de trazar expresa el contenido global del artículo, que se ha desarrollado con ciertas notas explicativas de los conceptos de integración, complejización y convivencialización en este campo de las tecnologías de la información.

Por ejemplo, en cuanto a la integración se han tocado las tendencias convergentes de la electronificación, digitalización y computadorización, con mención especial del papel de los microprocesadores y de los ordenadores personales, que han venido a traer un impulso decisivo para la construcción de un universo de máquinas informáticas.

Todo ello ocasiona una disponibilidad creciente de capacidad de proceso de información per cápita (P.I.P.C.), o, dicho en otra forma, se pueden proce-

sar más funciones, y por tanto funciones más poderosas o complejas por unidad monetaria de coste. Este hecho es la fuente de una auténtica convulsión organizativa, con consecuencias en los planos técnico, económico y social, pero también de espléndidas oportunidades de diferenciación que un detallado análisis ha centrado en el montaje de adecuados mecanismos de convivencialización.

Por último, se ha dado un vistazo de pájaro a un panorama de esfuerzos y realizaciones, sobre todo en el dominio de la informática, citándose, entre otros, las interfaces máquina-hombre, las pautas crecientes de estandarización de arquitecturas, lenguajes, sistemas operativos y redes, y algunos aspectos de los objetivos impregnados en los proyectos de ordenadores de quinta generación. Si se mira atentamente, se trata en gran parte de un movimiento técnico general de convivencialización, que se completa con el hecho de que ya, a la operatividad y a la funcionalidad como factores exigibles a la tecnología, se empieza a añadir la "usabilidad" esto es, la necesidad de integrar en los métodos de diseño de sistemas de información consideraciones humanas ("blandas").

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALONSO, G. (1988), *Paralelismo: nuevas proposiciones desde la cibernética*, Trabajo de curso en la asignatura de Cibernética y Ordenadores, E.T.S.Ing. Telecomunicación, Madrid.

ALTY, J.L. et al (1985), *Literature and user survey of issues related to man-machine interfaces for supervision and control systems*, ESPRIT P600 Graphical Dialogue, Pilot Phase Report, CRI A/S, Copenhagen.

LAMMERS, S. (1988), *Programadores en acción, Entrevistas*, Anaya Multimedia, Madrid.

SHACKEL, B. (1987), Human Factors for usability engineering, in *ESPRIT'87 Achievements and impact. Part 2*, North-Holland, Amsterdam.

SAEZ VACAS, F. (1983), Las tecnologías de la tercera revolución de la información, *Mundo Electrónico*, 133, pp. 133-141.

SAEZ VACAS, F. (1987), *Computadores personales: hacia un mundo de máquinas informáticas*, Fundesco, Madrid.

SAEZ VACAS, F. (1987), Ordenadores personales, Concurrencia y Quinta Generación, *BIT*, 10, 50, pp. 102-105.



STRASSMAN, P.A. (1985), *Information Payoff. The transformation of work in the electronic age*, The Free Press, New York.

VOELCKER, J. (1986), Helping computers communicate, *IEEE Spectrum*, 23, 3, pp. 61-70.